

FR002653879A  
of 4

May 3, 1991

L3: 2

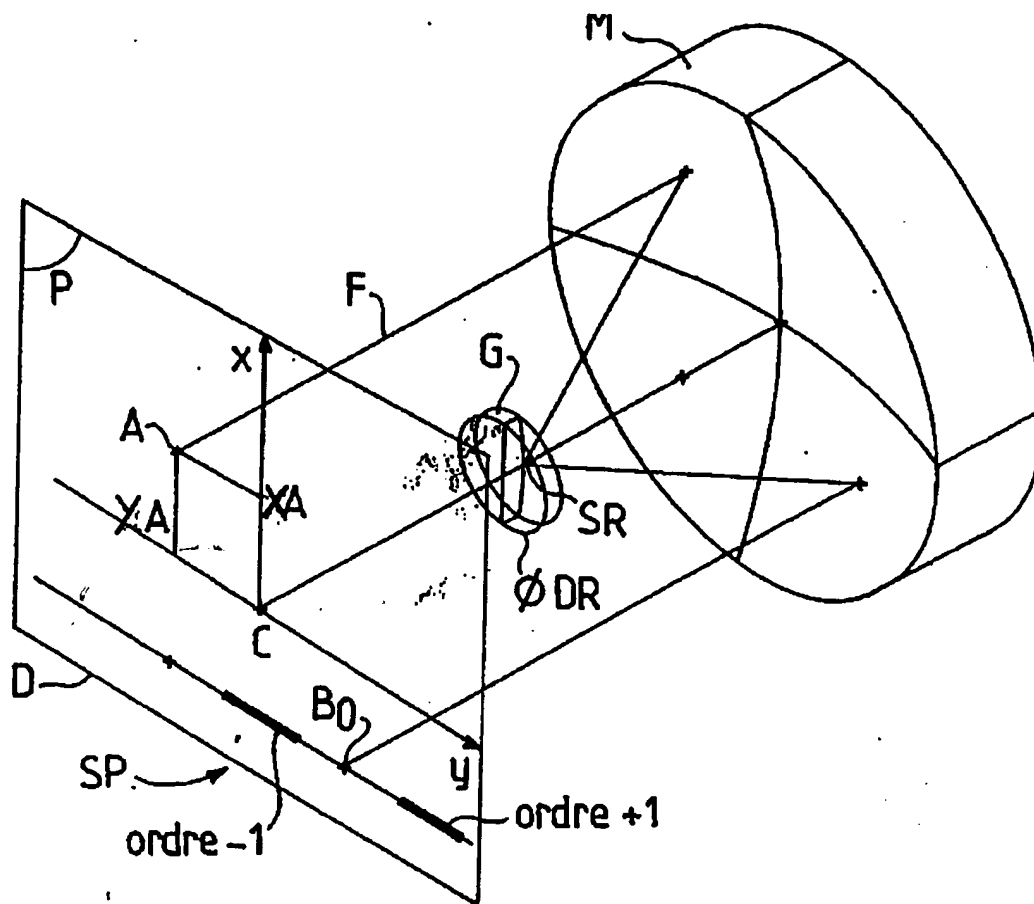
Spectrograph with convex diffraction grating

INVENTOR: ALAIN, THEVENON  
VIVIANE, MILLET  
APPLICANT: INSTRUMENTS SA (FR)  
APPL NO: FR 08914075  
DATE FILED: Oct. 26, 1989  
PRIOR-AP: FR 08914075A Oct. 26, 1989  
INT-CL: G01J3/24  
EUR-CL: G01J3/18

ABSTRACT:

The spectrograph comprises an entry slit (A) through which the rays (F) of the beam emitted by the source are first of all reflected by at least one concave mirror (M) towards a convex diffraction grating (G), and are then diffracted by the said convex grating (G) and again reflected by the concave mirror or mirrors (M), the convex diffraction grating (G), of vertex (SR) and diameter (DR), and at least one concave mirror (M) being centered at (C), whereas the entry slit (A) is situated in a plane (P) passing through the centre (C) perpendicular to the straight line (SRC) joining the vertex of the grating (SR) and the centre (C), the said centre (C) being delimited, on the one hand, by a straight line (cx) parallel to the lines of the convex grating (G), and, on the other hand, by a straight line (cy) perpendicular to the said straight line (cx), and is characterised in that the entry slit (A) is situated out of the meridian plane. <IMAGE>

BEST AVAILABLE COPY



(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

(11) N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

2 653 879

(21) N° d'enregistrement national :

89 14075

(51) Int Cl<sup>8</sup> : G 01 J 3/24

(12)

# DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 26.10.89.

(30) Priorité :

(43) Date de la mise à disposition du public de la  
demande : 03.05.91 Bulletin 91/18.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche : *Se reporter à la fin du présent fascicule.*

(60) Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

(71) Demandeur(s) : INSTRUMENTS (S.A.) — FR.

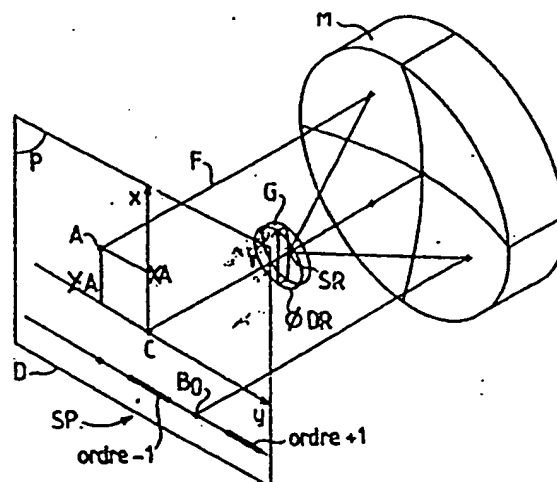
(72) Inventeur(s) : Thevenon Alain et Millet Viviane.

(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire : Cabinet Herle & Phelp.

(54) Spectrographe à réseau de diffraction convexe.

(57) Le spectrographe comprend une fente d'entrée (A) par l'intermédiaire de laquelle les rayons (F) du faisceau émis par la source sont tout d'abord réfléchis par au moins un miroir concave (M) vers un réseau de diffraction convexe (G) puis diffractés par ledit réseau convexe (G) et réfléchis à nouveau par le ou les miroirs concaves (M). Le réseau de diffraction convexe (G) de sommet (SR) et de diamètre (DR) et au moins un miroir concave (M) étant centrés en (C) tandis que la fente d'entrée (A) est située dans un plan (P) passant par le centre (C) perpendiculaire à la droite (SRC) joignant le sommet du réseau (SR) et le centre (C), ledit centre (C) étant délimité d'une part par une droite (cx) parallèle aux traits du réseau convexe (G) et d'autre part par une droite (cy) perpendiculaire à ladite droite (cx), et est caractérisé en ce que la fente d'entrée (A) est située hors du plan méridien.



FR 2 653 879 - A1



La présente invention concerne un spectrographe à réseau de diffraction convexe . Cette invention a plus particulièrement pour objet un spectrographe susceptible de fournir simultanément plusieurs spectres de plusieurs échantillons avec un très grand domaine spectral d'une qualité jamais obtenue jusqu'à ce jour.

On sait que les spectrographes sont des instruments donnant d'un point source un spectre d'images séparées en fonction de la longueur d'onde.

10 On utilise de tels instruments avec des détecteurs d'images ou des détecteurs multicanaux.

Il existe à l'heure actuelle de nombreux types de spectrographes mais ils présentent tous au moins un inconvénient majeur.

15 Parmi les spectrographes existant actuellement, on peut mentionner les monochromateurs à réseau plan et miroirs concaves dans lesquels la fente de sortie est remplacée par un détecteur multicanal.

Ces instruments à montage du type Czerny-Turner  
20 ou Ebert - Fastie donnent d'un point source des images présentant certains défauts notamment de l'astigmatisme. C'est ainsi que l'image obtenue du point source est une ligne . Cet astigmatisme est corrigé dans certains montages à réseau concave holographique . Toutefois, la bande spectrale obtenue est limitée .

On connaît aussi des spectrographes à réseau concave holographique corrigé des aberrations, cependant de tels instruments présentent une qualité d'image non constante en hauteur de fente avec plusieurs points sources sur la  
30 fente , l'image obtenue est bonne sur l'axe mais dégradée hors axe.

Dans Applied Optics de Décembre 1977, Mertz mentionne deux types de spectrographe d'une part des systèmes optiques à grandissement 1 composés de dioptries concentriques ayant des propriétés remarquables, d'autre part un ins-

trument dans lequel le miroir concave est remplacé par un réseau concave . On a donc dans un cas une lentille demi-boule associée à un miroir concave et dans l'autre cas une lentille demi-boule associée à un réseau concave .

5                   Cependant, ces instruments présentent également de nombreux inconvénients parmi lesquels il convient de mentionner :

10                   La lentille demi-boule est un élément onéreux, il existe une variation de l'indice du verre avec la longueur d'onde, ce qui implique des problèmes de chromatisme. Enfin, il importe de signaler que le domaine spectral d'utilisation est limité par le domaine de transmission de la lentille . On a donc avec ce type d'instrument des problèmes pour descendre dans l'ultraviolet.

15                   A.Thevenon a proposé d'utiliser un instrument associant un réseau convexe à un miroir concave mais ce système présente l'inconvénient suivant :

20                   Le réseau convexe obture le faisceau. Si le point source est au voisinage du centre, le réseau empêche les rayons d'atteindre le miroir . Il est donc nécessaire que le point source soit loin du centre . Cependant, dans ce cas , une partie du spectre diffracté puis réfléchi par le miroir est arrêtée par le réseau.

25                   Il existe actuellement un besoin pour un spectrographe ne présentant aucun des inconvénients mentionnés ci-dessus . Cet appareil permettrait d'obtenir simultanément plusieurs spectres de plusieurs échantillons avec un seul spectrographe et pourrait être combiné aux matrices à dispositif à acouplage de charges et à des fibres optiques.

30                   La présente invention remédie aux inconvénients précités en proposant un spectrographe qui ne présente pas de problèmes d'obturation, d'astigmatisme , de qualité d'images non constante en hauteur de fente et qui offre une gamme spectrale qui n'a jamais pu être obtenue jusqu'à présent .  
35

La présente invention a donc pour objet un spectrographe comprenant une fente d'entrée A par l'intermédiaire de laquelle les rayons F du faisceau émis par la source sont tout d'abord réfléchis par au moins un miroir concave M, M1, M2 vers un réseau de diffraction convexe G puis diffractés par ledit réseau convexe G et réfléchis à nouveau par le ou les miroirs concaves M, M1, M2 le réseau de diffraction convexe G de sommet SR et de diamètre DR et au moins un miroir concave M, M1, M2 étant centrés en C tandis que la fente d'entrée A est située dans un plan P passant par le centre C et perpendiculaire à la droite SRC joignant le sommet du réseau SR et le centre C, ledit centre C étant délimité d'une part par une droite CX parallèle aux traits du réseau convexe G et d'autre part par une droite CY perpendiculaire à ladite droite CX, spectrographe qui est caractérisé en ce que la fente d'entrée A est située hors du plan méridien pour former le spectre SP sur une droite D parallèle à la droite CY et passant par un point PO symétrique de A par rapport au centre C.

La présente invention concerne également les caractéristiques ci-après considérées isolément ou selon toutes leurs combinaisons techniquement possibles :

- le réseau et le ou les miroirs concaves sont sphériques ;

- la fente d'entrée ou point source A a pour coordonnées :  $x_A, y_A$  tels que :

$$x_A^2 + \frac{R^2}{4} \left[ k \lambda N - \frac{y_A}{R^2} \sqrt{y_A^2 + \frac{R^2}{4}} \right]^2 \geq (D_R)^2$$

où

$k$  = ordre de diffraction utilisé ( - 1, + 1, ... ) et  $k = 0$

$R$  = rayon du miroir

$D_R$  = diamètre du réseau

- le spectrographe comprend deux miroirs concaves situés dans des plans différents;
- la fente d'entrée située dans le plan P a pour coordonnées  $x_A, y_A$  avec  $x_A \geq$  au diamètre DR du réseau G.;
- 5 - les deux miroirs concaves sont de dimensions différentes ;
- la fente d'entrée est située sur la droite CX si bien que l'ordre + 1 et l'ordre - 1 sont de même qualité avec la même dispersion;
- 10 - le spectrographe est combiné à au moins un dispositif à couplage de charges;
- le spectrographe est combiné à des fibres optiques ;
- le réseau de diffraction convexe est un réseau
- 15 ayant d'environ 20 traits/mm à environ 3600 traits/mm,
- le ou les miroirs sphériques concaves ont un rayon de courbure d'environ 10 mm à environ 10 m.

Divers avantages et caractéristiques de la présente invention ressortiront de la description détaillée ci-après faite en regard des dessins annexés sur lesquels:

20 Fig.1 illustre un dispositif selon l'art antérieur ;

Fig.2 représente un spectrographe de l'invention utilisant un seul miroir concave ;

25 Fig.3 représente un spectrographe de l'invention utilisant deux miroirs concaves.

Aux dessins annexés où les mêmes symboles de référence désignent des parties analogues , A désigne une fente d'entrée, M, M1, et M2 des miroirs concaves et G le

30 réseau de diffraction convexe.

Dans l'art antérieur selon la figure 1, la fente d'entrée A est située dans le plan méridien c'est-à-dire dans le plan passant par le centre C du réseau G et du miroir M qui est perpendiculaire aux traits du réseau G.

Dans une telle forme de réalisation selon l'art antérieur, le réseau convexe G et le miroir M sont centrés en C, la fente d'entrée ou point source A est sur la droite passant par C qui est perpendiculaire à la direction joignant le centre C et le sommet du réseau G, cette droite étant désignée par  $\Delta$  sur cette figure 1. Le miroir M est prévu sur la droite passant par A et parallèle à la droite  $\Delta$ . Comme illustré, les rayons F du faisceau émis par la source sont tout d'abord réfléchis par le miroir concave M sur le réseau de diffraction convexe G puis diffractés par ledit réseau convexe G puis réfléchis à nouveau par le miroir concave M. Un tel montage de spectrographe ne permet l'obtention que d'un spectre limité au niveau de la fente d'entrée A.

La figure 2 montre un premier mode de réalisation selon la présente invention utilisant un réseau de diffraction convexe G et un miroir concave M. Le miroir M et le réseau G sont sphériques et centrés en C. Le miroir M a un rayon R. Le réseau G a un rayon  $R/2$ . Le sommet SR du réseau convexe G, le point source ou la fente d'entrée A et le spectre SP sont situés dans un plan P passant par le centre C et perpendiculaire à la droite SRC joignant le sommet SR du réseau convexe G et le centre C. Le réseau G a un diamètre DR.

Dans le plan P soit Cx, la direction parallèle aux traits du réseau G et soit cy la direction perpendiculaire, la fente d'entrée ou le point source A a pour coordonnées xA, yA.

Cette fente d'entrée A est située hors du plan méridien afin de former le spectre SP sur la droite D parallèle à la droite cy et passant par un point Bo symétrique de A par rapport au centre C. Les rayons F issus de A sont réfléchis par le miroir M vers le réseau G, diffractés par le réseau convexe G puis réfléchis par le miroir M qui focalise les différentes images dans le plan P sur la droite D paral-



lèle à la droite cy et passant par le point Bo qui est le symétrique de A par rapport au centre C.

Avec un tel mode de mise en oeuvre selon la présente invention, l'ordre 0 (image blanche) est en Bo.

5 L'ordre -1 est sur la droite D du côté de A.

L'ordre + 1 est sur la droite D de l'autre côté par rapport à Bo.

La dimension du miroir M est fonction du domaine spectral qu'il convient de couvrir .

10 Ainsi, si on considère la bande spectrale à obtenir, on peut déterminer de façon simple le contour du miroir M en traçant à partir de la bande spectrale les cercles de rayon égal au diamètre DR du réseau G. On considère aussi le cercle centré en A et de rayon égal au diamètre DR du ré-  
15 seau G. On se sert de la plus grande distance . On obtient un ensemble de cercles, on considère le point le plus éloigné du centre SR du réseau G. La distance de ce centre SR au point le plus éloigné donne le rayon du cercle définissant le contour du miroir M.

20 Si on veut avoir un spectre SP couvrant l'ordre 0, l'ordre -1 et l'ordre +1, le miroir M doit avoir une dimension relative par rapport au réseau G comme représenté sur la figure 2.

Il existe un cas particulier qui est très intéressant c'est le cas dans lequel le point A est situé sur la  
25 droite cx. On a alors deux ordres (l'ordre +1 et l'ordre -1) de même qualité avec la même dispersion d'un même phénomène.

Dans le mode de réalisation selon la figure 3, le spectrographe comporte un premier miroir concave M1, un ré-  
30 seau convexe G et un deuxième miroir concave M2. Les deux miroirs M1 et M2 ne sont pas situés dans le même plan. Ils ont des dimensions différentes . Comme représenté sur la figure 3, le miroir M1 est plus petit que le miroir M2. Si on s'intéressait seulement à une longueur d'onde , les deux mi-  
35 roirs pourraient être de la même dimension.

Dans l'exemple illustré sur la figure 3, les deux miroirs M1, M2 et le réseau convexe G sont sphériques et sont centrés en C. Les miroirs M1, M2 ont un rayon R. Le réseau G a un rayon R/2. Comme dans le mode de réalisation selon la figure 2, soit SR le sommet du réseau convexe G, le point source ou la fente d'entrée A et le spectre SP sont situés dans un plan P passant par le centre C et perpendiculaire à la droite SRC joignant le sommet SR du réseau convexe G et le centre C. Le réseau G : un diamètre DR.

Dans le plan P soit  $cx$  la direction parallèle aux traits du réseau G et soit  $cy$  la direction perpendiculaire, le point source ou la fente d'entrée A a pour coordonnées  $x_A$ ,  $y_A$  avec  $x_A \geq 0$  à DR.

Le miroir concave M1 est sphérique, centré en C et de rayon R. Son contour est l'intersection de la sphère de rayon R centré en C et du cylindre ayant pour axe la droite parallèle à CSR passant par le point A et ayant pour section le cercle de rayon DR.

Les deux modes de réalisation selon la présente invention permettent d'obtenir un spectrographe à réseau de diffraction convexe dans lequel il n'y a pas de problèmes d'obturation par le réseau.

Il importe de remarquer que dans le mode de réalisation de la présente invention selon la figure 2, si on veut utiliser l'ordre -1 et l'ordre +1, il est nécessaire de disposer d'un grand miroir M alors que si l'on veut seulement un des ordres, le miroir peut être d'une réalisation plus petite.

Ce qui est remarquable avec la réalisation selon la présente invention c'est le résultat obtenu car la gamme spectrale résultante est bien supérieure à celle des spectrographes de l'art antérieur avec une bonne qualité d'image.

L'invention n'est pas limitée aux modes de réalisations représentés et décrits en détails et diverses modifica-

tions peuvent y être apportées sans sortir de son cadre.

Les signes de référence insérés après les caractéristiques techniques mentionnées dans les revendications, ont pour seul but de faciliter la compréhension de ces dernières, et n'en limitent aucunement la portée.

REVENDECATIONS

1. Spectrographe comprenant une fente d'entrée (A) par l'intermédiaire de laquelle les rayons (F) du faisceau émis par la source sont tout d'abord réfléchis par au moins un miroir concave (M, M1, M2) vers un réseau de diffraction convexe (G) puis diffractés par ledit réseau convexe (G) et réfléchis à nouveau par le ou les miroirs concaves (M, M1, M2), le réseau de diffraction convexe (G) de sommet (SR) et de diamètre (DR) et au moins un miroir concave (M, M1, M2) étant centrés en (C) tandis que la fente d'entrée (A) est située dans un plan (P) passant par le centre (C) et perpendiculaire à la droite (SRC) joignant le sommet du réseau (SR) et le centre (C), ledit centre (C) étant délimité d'une part par une droite (cx) parallèle aux traits du réseau convexe (G) et d'autre part par une droite (cy) perpendiculaire à ladite droite (cx), caractérisé en ce que, la fente d'entrée (A) est située hors du plan méridien pour former le spectre (SP) sur une droite (D) parallèle à la droite (cy) et passant par un point (Bo) symétrique de (A) par rapport au centre (C).

2. Spectrographe selon la revendication 1, caractérisé en ce que le réseau (G) et le ou les miroirs concaves sont sphériques.

3. Spectrographe selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que la fente d'entrée ou point source (A) a pour coordonnées :  $x_A$ ,  $y_A$  tels que:

$$x_A^2 + \frac{R^2}{4} \left[ k \lambda N - \frac{y_A}{\sqrt{y_A^2 + \frac{R^2}{4}}} \right]^2 \geq \frac{(D_R)^2}{2}$$

30  $k$  = ordre de diffraction utilisé ( - 1, + 1 ....) et  $k=0$

$R$  = rayon du miroir

$D_R$  = diamètre du réseau

4. Spectrographe selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce qu'il comprend deux miroirs concaves (M1, M2) situés dans des plans différents.

5. Spectrographe selon l'une quelconque des revendications 1, 2 et 4, caractérisé en ce que la fente d'entrée (A) située dans le plan (P) a pour coordonnées  $x_A$   $y_A$  avec  $x_A \geq$  au diamètre (DR) du réseau (G).

5 6. Spectrographe selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que les deux miroirs concaves ( $M_1$ ,  $M_2$ ) sont de dimensions différentes.

7. Spectrographe selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que la fente d'entrée (A) 10 est située sur la droite (cX) si bien que l'ordre + 1 et l'ordre -1 sont de même qualité avec la même dispersion.

8. Spectrographe selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'il est combiné à au moins un dispositif à couplage de charges.

15 9. Spectrographe selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce qu'il est combiné à des fibres optiques.

10. Spectrographe selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que le réseau de diffraction convexe (G) est un réseau ayant d'environ 20 traits/mm à environ 3600 traits/mm. 20

11. Spectrographe selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que le ou les miroirs sphériques (M,  $M_1$ ,  $M_2$ ) ont un rayon de courbure d'environ 25 10 mm à environ 10 m.

1/3

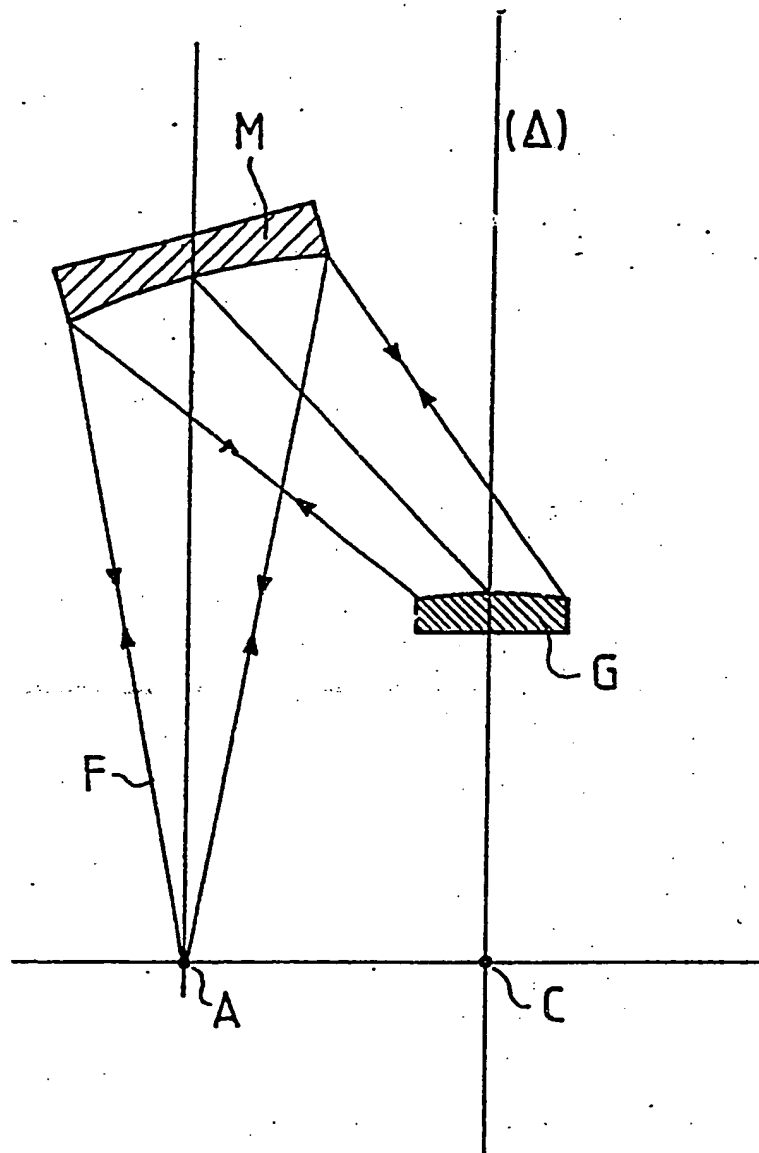


FIG.1 ART ANTERIEUR

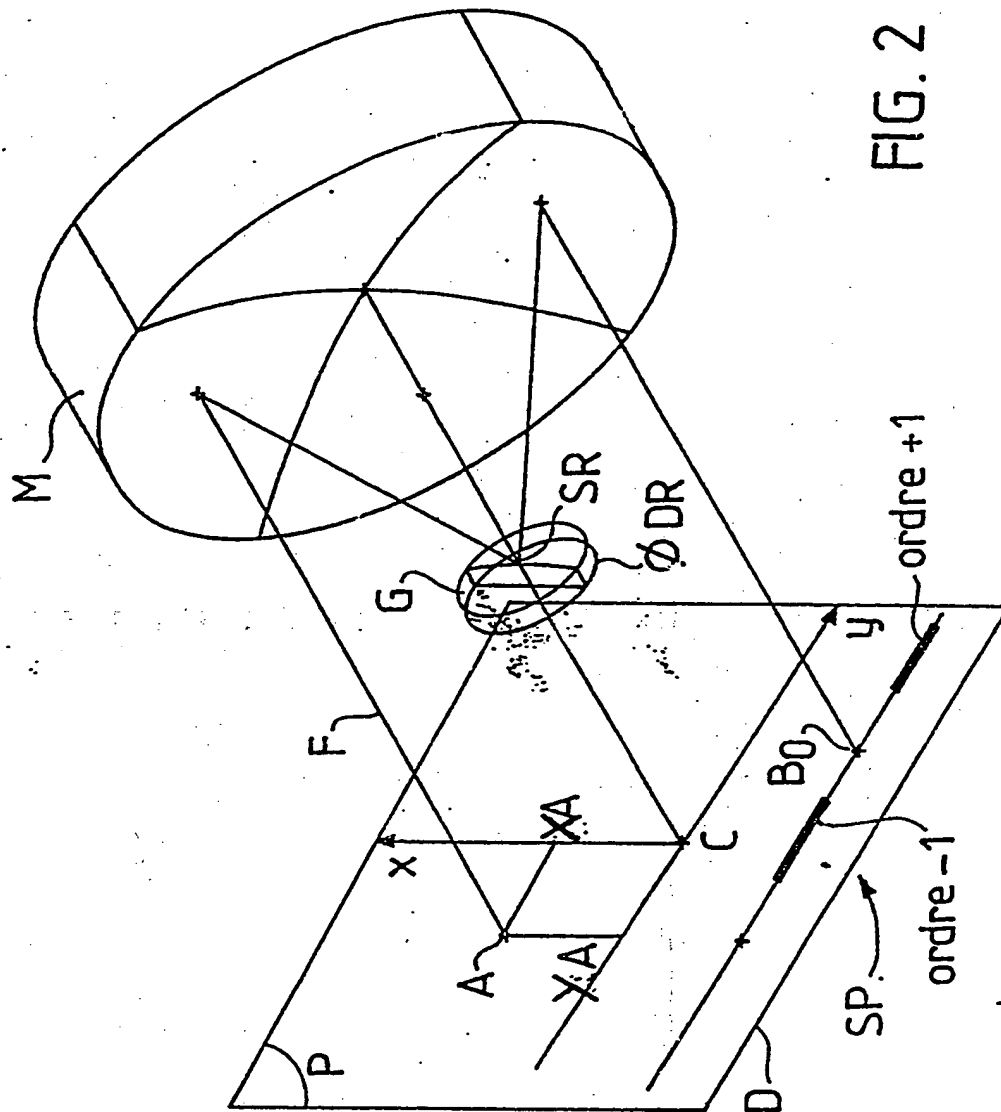


FIG. 2

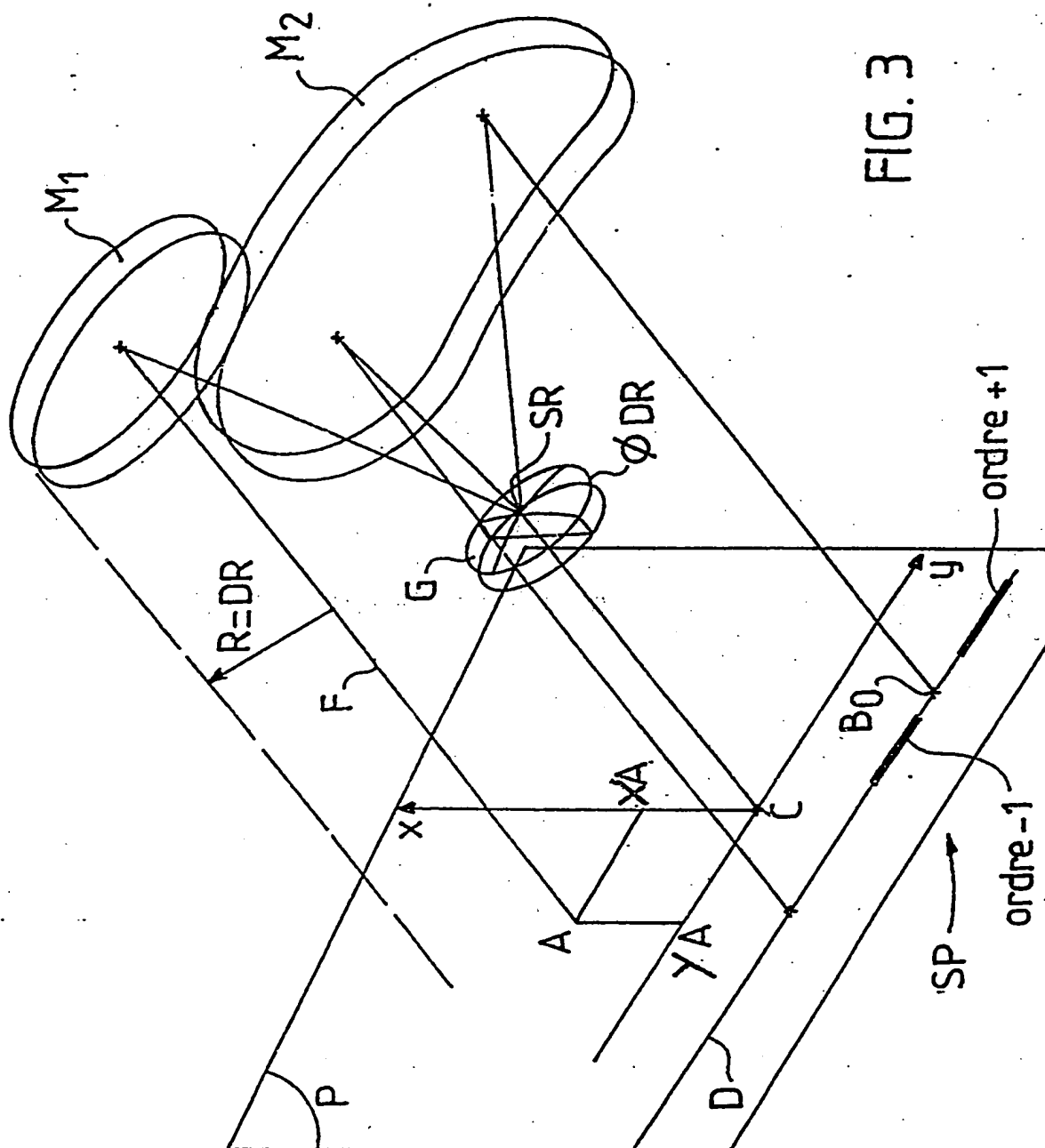


Fig. 3



INSTITUT NATIONAL  
de la  
PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE  
établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

FR 8914075  
FA 434437

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
A	PROCEEDINGS OF THE SPIE, vol. 818, CURRENT DEVELOPMENTS IN OPTICAL ENGINEERING II, 1987, pages 275-279, SPIE, Bellingham, WA, US; D. KWO et al.: "Design of a grating spectrometer from a 1:1 offner mirror system" * En entier *	1
A,D	APPLIED OPTICS, vol. 16, no. 12, décembre 1977, pages 3122-3124, New York, US; L. MERTZ: "Concentric spectrographs" * En entier *	1
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. C15)
		G 01 J 3/18 G 01 J 3/24

Date d'achèvement de la recherche 13-07-1990	Examinateur BOEHM CH.E.D.
---	------------------------------

CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES

X : particulièrement pertinent à lui seul  
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un  
autre document de la même catégorie  
A : pertinent à l'encadre. "moins une revendication  
ou schéma-plan technol. "général  
O : divulgation non-écrite  
P : document intercalaire

T : théorie en principe à la base de l'invention  
E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure  
à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date  
de dépôt ou qu'à une date postérieure.  
D : cité dans la demande  
L : cité pour d'autres raisons  
& : membre de la même famille, document correspondant

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☒ **SKewed/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**